پژوهش و فناوری محیط زیست، ۱۴۰۰ ۶(۹)، ۱۰۵-۱۱۷

پژوهش و فناوری محیط زیست

وبگاه نشریه: www.journal.eri.acecr.ir

پژوهشکده محیط زیست

شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۳۰۶۰

بررسی و ارزیابی ریسک سلامت ناشی از استنشاق ترکیبات آلی فرار موجود در هوای سطح شهر خرم‌آباد

آرمان ساعی*[۱]، علیرضا پرداختی[۲]

۱- دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست گرایش آلودگی هوا، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ایران

۲- استادیار دانشکده مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران، ایران

چکیده

در این مقاله ارزیابی ریسک سلامت (ریسک سرطان‌زایی و غیرسرطانی) از طریق استنشاق ترکیبات آلی موجود در هوای شهر خرم آباد مورد بررسی قرار می‌گیرد. این تر کیبات شامل بنزن، تولوئن ،اتیل بنزن، زایلن‌ها (BTEX) و هگزان نرمال می‌باشد. برای بررسی میزان ریسک ابتدا دو سناریو ی مختلف براساس میزان مواجهه افراد با ترکیبات آلی مورد بحث و مدت زمان تنفس افراد، تعریف شد. سپس میزان متوسط دریافت روزانه به واسطه تنفس آلاینده‌های مذکور درطول عمر براساس سناریوهای دوگانه در مناطق ۱۱ گانه شهر خرم آباد استخراج شد. میزان ریسک سرطانزایی برای ترکیبات بنزن و اتیل بنزن و همچنین میزان ریسک غیرسرطانی برای تمامی آلاینده‌های موزد بحث درهردو سناریو محاسبه شد و مورد بحث و نتیجه‌گیری قرار گرفت. لازم به ذکر است که با توجه به حجم بالای محاسبات و به جهت سهولت و دقت در دریافت نتایج حاصله، برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار EXCEL انجام شد و نتایج اولیه و نهایی مستقیماً از این روش محاسبه شد و نمودارهای لازم نیز ترسیم شد. براساس محاسبات انجام شده، ریسک سالیانه و ریسک کل سرطان‌زایی استنشاق آلاینده‌های مورد بحث درهوای سح شهر خرم‌آباد برای سناریوی اول به ترتیب برابر با $۱/۵۱ \times ۱۰^{-۶}$ و $۵/۶ \times ۱۰^{-۱}$ نفر در سال می‌باشد. همچنین ریسک سالیانه و ریسک کل برای سناریوی دوم به ترتیب برابر با $۶/۱۹ \times ۱۰^{-۶}$ و $۲/۳۱ \times ۱۰^{-۱}$ نفر در سال است. علاوه بر این میزان اندیس ریسک غیرسرطانی برای استنشاق ترکیبات الی مذکور موجود در هوای شهر خرم آباد، برای سناریوهای اول ودوم به ترتیب ۳/۳۸۸۹ و ۰/۵۹۴ است.

کلید واژه‌ها: ارزیابی ریسک، سرطانزایی، غیرسرطانی، ترکیبات آلی فرار، هوای محیط

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: armansaei77@gmail.com

Journal of Environmental Research and Technology

journal homepage: www.journal.eri.acecr.ir

Environmental Research institute

Online ISSN: 3060-2676

Evaluation of health risk due to inhalation of volatile organic components in the ambient air of Khorramabad

Arman Saei[1*], Alireza Pardakhti[2]

1- PhD Student in Environmental Engineering, Air Pollution, Faculty of Environment, University of Tehran,, Iran
2- Assistant Professor, Faculty of Environmental Engineering, University of Tehran, Iran

Abstract

In this research, carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment is investigated by inhalation volatile organic components in the ambient air of Khorramabad. These compounds include benzene, ethylbenzene, toluene, xylenes (BTEX) and normal Hexane. First, two different scenarios were defined to assess the risk, based on the exposure of people to the volatile organic compounds and the duration of respiration. Then, the average amount of intake CDI or chronic daily intake due to respiration of mentioned pollutants during life was extracted based on dual scenarios in 11 areas of Khorramabad city. The carcinogenic risk for benzene and ethylbenzene compounds as well as the non- carcinogenic risk for all pollutants were measured and discussed in both scenarios. It should be noted that due to the high number of calculations and ease and accuracy in results, programming was done in excel software and the initial and final results were calculated directly from this method and the necessary diagrams were drawn. According to the calculation, the annual risk and the total risk of carcinogenicity of inhaling the pollutants in the ambient air of Khorramabad for the first scenario are equal to 1.51 E -06 and 5.65 E-01 people per year, respectively. Also, the annual risk and the total risk for the second scenario are 6.19E-07 and 2.31 E-01 per year, respectively. In addition, the non-carcinogenic risk index for inhalation of these compounds in the ambient air of Khorramabad is 3.898 and 0.594 for the first and second scenarios respectively.

Keywords: Carcinogenic risk. BTEX, Non -carcinogenic, Volatile components, Ambient air

* Corresponding author E-mail address: armansaei77@gmail.com

مقدمه

ترکیبات آلی فرار(VOC) موادی هستند که دارای کربن آلی بوده و نقطه جوش آنها در فشار اتمسفر محیط کمتر از ۲۵۰ درجه سانتیگراد است(Clayton, Patry, 2006, p75). ترکیبات آلی فرار ازآلاینده‌های مهم هوا بوده و شامل چندین هزار ترکیب گوناگون می‌باشند. با توجه به تنوع ترکیبات سوخت وسایل نقلیه، تفاوت در الگوی گرمایش مسکونی و شرایط هواشناسی، شدت آلودگی هوا به ترکیبات آلی فرار در نقاط مختلف متفاوت است . همچنین، محدوده طول عمر ترکیبات آلی فرار در هوا از چند ساعت تا چند روز متغیر است. عمده این ترکیبات عموما برای سلامتی انسان تاثیر منفی دارشته و برخی از آنها موجب سرطانزایی در انسان و سایر جانوران می‌شوند (Lopez-Mahia, Muniategal-lorenz,2003) .

ترکیبات آروماتیک فرار که دراین مقاله مورد ارزیابی قرار می‌گیرند شامل بنزن، اتیل بنزن، تولوئن، زایلن‌ها شامل زاینهای سه گانه و هگزان نرمال است. از میان این ترکیبات، بنزن و اتیل بنزن دارای اثرات منفی سرطانزایی اشند اما سایر ترکیبات سرطان‌زا نبوده اما ورود آنها به بدن انسان چه از طریق استنشاق(inhalation) وچه از طریق بلع(oral) برای سلامت انسان مضر می‌باشد. لذا در مراجع مختلف مانند WHO و یا EPA و غیره حدود استنشاق و بلع این آلاینده‌ها در بازه‌های زمانی مختلف ارائه شده است.

در این مقاله بررسی وارزیابی ریسک سرطانزایی و غیر سرطانزایی ناشی از استنشاق برخی از ترکیبات آلی هوای شهری خرم آباد استان لرستان صورت پذیرفته است. این ترکیبات شامل ترکیبات آروماتیک حلقوی بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن‌ها (که اصطلاحا به آنها BTEX اطلاق می‌شود) و همچنین هگزان نرمال ،می شوند. اندازه گیری‌های ترکیبات آلی در هوای سطح شهر خرم آباد در نقاط مختلف شهری با تکرار مناسب و در فصول مختلف سال انجام شده و گزارش شده است (رشیدی، الماسیان،۱۳۹۳). لذا در این تحقیق اریابی ریسک سرطانزایی برای دو ترکیب آلی فرار بنزن و اتیل بنزن و همچنین ارزیابی ریسک غیر سرطانزایی برای هر ۵ دسته آلاینده هوای سطح شهر ،در ۱۱ نقطه مختلف شهر خرم آباد انجام می‌پذیرد و نتایج حاصله مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

شهر خرم آباد مرکز استان لرستان، دارای طول و عرض جغرافیایی 33.4674° N , 48.3390° E می‌باشدو مطالعات و بررسی‌های این مقاله در این محدوده رخ داده است.

غلظت متوسط آلاینده‌های بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، زایلن O، زایلن P&M و هگزان نرمال در نقاط مختلف سطح شهرخرم آباد، در جدول ۱ ذکر شده است (رشیدی، الماسیان،۱۳۹۳) .

جدول ۱- میزان غلظت ترکیبات آلی فرار در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد

مکان	بنزن (µg/m3)	هگزان نرمال (µg/m3)	زایلن‌ها (µg/m3)	زایلن O (µg/m3)	زایلن P&M (µg/m3)	تولوِن (µg/m3)	اتیل بنزن (µg/m3)
میدان شقایق	۴۵۳	۱۷۵	۴۴۳	۲۱۸	۲۲۵	۵۸۴	**۲۰۱**
میدان امام خمینی	۴۳۵	۱۶۴	۴۱۷	۲۰۵	۲۱۲	۵۵۲	**۱۹۵**
قلعه فلک الافلاک	۴۹۶	۱۸۷	۴۳۵	۲۱۵	۲۲۰	۶۴۰	**۱۸۷**
سبزه میدان	۴۸۹	۱۸۵	۴۳۵	۲۱۷	۲۱۸	۶۳۲	**۱۹۰**
چهر راه بانک	۵۰۲	۱۸۸	۱۷۲	۵۸	۱۱۴	۶۶۵	**۱۷۵**
میدان شهدا	۴۷۴	۱۶۴	۸۶	32	۵۴	۶۲۰	**۱۵**
سراه جمهوری اسلامی	۳۹۵	۱۱۲	۳۴	۹	۲۵	۳۸۶	**۹**
بلوار شریعتی(سنگ نوشته)	۹۶	۷۰	۲۰	۸	۱۲	۲۱۳	**۲۴**
میدان شمشیر آباد	۲۳۰	۱۰۳	۱۸	۷	۱۱	۲۹۷	**۳۵**
سراه مطهری شمالی	۷۴	۴۵	۰	۰	۰	۶۵	**۴**
چهار راع بیمارستان عشایر	۲۸۳	۱۳۵	۱۲۰	۳۷	۸۳	۳۰۴	**۸۷**

براساس داده‌های موجود در جدول ۱ می‌توان به ارزیابی ریسک سرطانی بنزن و اتیل بنزن بطور جداگانه پرداخت و در نهایت به بررسی و ارزیابی ریسک سرطانزایی کل هوای شهر خرم آباد به تفکیک مناطق مختلف و متوسط کل شهر پرداخت. ضمن اینکه ریسک سالیانه و

ریسک کل سرطانزایی هوای شهر خرم آباد به دلیل تنفس آلاینده‌های فرار نیز محاسبه خواهد شد. جهت انجام محاسبات ریسک سرطانزایی و غیر سرطانزایی آلاینده‌های فرار آلی موجود در هوای شهر دو سناریو مختلف براساس زمان تماس و تنفس انسان‌ها در مناطق مختلف شهرستان خرم آباد ،درنظرگرفته می‌شود.

الف) سناریوی یک: در این سناریو فرض می‌شود که انسانها بطور میانگین ۸ ساعت درروز به مدت زمان ۳۰ سال در منطقه مورد بررسی قرار بگیرند و از هوای آنجا استنشاق کنند. این سناریو دراصل برای افرادی شاغل که محل کارایشان در همان منطقه بوده و هشت ساعت در روز درمحیط باز قرار دارند مورد استفاده قرار میگیرد.

ب) سناریوی دو: در این سناریو افرادی مورد بررسی قرار می‌گیرند که در تمام طول عمر خود بطور متوسط یک ساعت در منطقه حضور داشته و ازهوای منطقه استنشاق می‌نمایند.

بطور مثال افراد ساکن در منطقه که در طول روز یا در منزل بسر می‌برند و یا برای کار به مناطق دیگر شهر می‌روند و تنها یک ساعت در روز جهت خرید مایحتاج زندگی و.. به سطح منطقه رفته و از هوای آنجا استنشاق می‌نمایند، شامل سناریوی دوم می‌شوند.

یافته‌های پژوهش و محاسبات آنها

در این بخش محاسبات کامل ریسک سرطانی استنشاق آلاینده‌های سرطانزا مانند بنزن و اتیل بنزن و همچنین ریسک غیر سرطانی استنشاق آلاینده‌های دیگر به تفکیک و بطور کامل انجام شده و نتایج آنها گزارش می‌گردد.

- **ارزیابی ریسک سرطانی بنزن و اتیل بنزن در هوای سطح شهر خرم آباد**

معادله ریاضی مورد استفاده جهت اندازه گیری ریسک سرطانزایی به شرح ذیل می‌باشد:(Haugen ,2012,p47)

$$\text{Carcinogenic inhalation Risk} = \text{CDI} * \text{Inhalation unit Risk} \quad (1)$$

که در آن :

Carcinogenic inhalation Risk: ریسک سرطانزایی آلاینده

CDI : ($\mu g/m^3$) میانگین دریافت (استنشاق) روزانه آلاینده در طول عمر

Inhalation unit Risk : $(\mu g/m^3)^{-1}$ واحد ریسک تنفس

- **ریسک سرطانزایی بنزن موجود در هوای شهر خرم آباد**

جهت ارزیابی ریسک سرطانزایی بنزن ابتدا باید واحد ریسک تنفس بنزن را از رفرنس‌های معتبر استخراج نمود. جهت انجام این امر از سایت IRIS (Integrated Risk Information System)، مقدار واحد ریسک تنفس بنزن به میزان $(\mu g/m^3)^{-1}$ $۲/۲ \times ۱۰^{-۶}$ استخراج شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همچنین میزان دریافت میانگین روزانه آلاینده بر اساس دو سناریوی فوق‌الذکر محاسبه شده و درنهایت با استفاده از معادله (۱) میزان ریسک سرطان‌زایی بنزن محاسبه می‌شود. جدول ۲ بیانگر نتایج حاصل از این محاسبات است .

جدول ۲- میزان ریسک سرطانزایی بنزن موجود در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد

مکان	Carcinogenic Risk SCEN.2 ($۱۰^{-۵}$)	Carcinogenic Risk SCEN.1 ($۱۰^{-۴}$)	CDI SCENRIO 2 ($\mu g/m^3$)	CDI SCENARIO 1 ($\mu g/m^3$)	Concentration ($\mu g/m^3$)	inhalation unit risk $(\mu g/m^3)^{-1}$ ($۱۰^{-۶}$)
میدان شقایق	۴/۱۵	۱/۰۱	۱۸/۹	۴۶/۱	۴۵۳	۲/۲
میدان امام خمینی	۳/۹۸	۰/۹۷۴	۱۸/۱	۴۴/۳	۴۳۵	۲/۲
قلعه فلک الافلاک	۴/۵۴۷	۱/۱۱	۲۰/۷	۵۰/۵	۴۹۶	۲/۲
سبزه میدان	۴/۴۸۳	۱/۰۹	۲۰/۴	۴۹/۸	۴۸۹	۲/۲
چهار راه بانک	۴/۶۰۲	۱/۱۲	۲۰/۹	۵۱/۱	۵۰۲	۲/۲
میدان شهدا	۴/۳۴۵	۱/۰۶	۱۹/۸	۴۸/۲	۴۷۴	۲/۲
سراه جمهوری جنوبی	۳/۶۲۱	۰/۸۸۴	۱۶/۵	۴۰/۲	۳۹۵	۲/۲

بلوار شریعتی (سنگ نوشته)	۰/۸۸	۲/۱۵	۴	۹/۸	۹۶	۲/۲
میدان شمشیر آباد	۲/۱۰۸	۵/۱۵	۹/۶	۲۳/۴	۲۳۰	۲/۲
سراه مطهری شمالی	۰/۶۷۸	۱/۶۶	۳/۱	۷/۵	۷۴	۲/۲
چهارراه بیمارستان عشایر	۲/۵۹۴	۶/۳۴	۱۱/۸	۲۸/۸	۲۸۳	۲/۲

همان‌طوری‌که پیشتر اشاره شد، در محاسبات فوق از دو سناریوی مختلف استفاده شد.

سناریوی اول اینکه انسان‌ها بطور میانگین ۸ ساعت درروز به مدت زمان ۳۰ سال در منطقه مورد بررسی قرار بگیرند و از هوای آنجا استنشاق کنند. البته چون این سناریو اغلب برای افراد شاغل منطقه درنظرگرفته می‌شود، تعداد روزهای حضور افراد در مناطق مذکوربرابر با روزهای کار اداری است و روزهای تعطیل رسمی جزو روزهای تماس افراد با آلاینده‌های محیطی محسوب نمی‌شود. از آنجایی‌که بطور متوسط در تقویم کشور عزیزمان سالیانه ۷۵ روز تعطیلی (تعلطیلات رسمی و تعطیلات آخر هفته و غیره) وجود دارد و هر فرد کارمند مطابق با قانون کار کشور، علاوه بر آن سالیانه ۳۰ روز مرخصی استحقاقی دارد، لذا افراد طبقه بندی شده در این گروه تنها ۲۶۰ روز درهرسال درمعرض تماس با آلاینده‌ها هستند.

اما در سناریوی دوم افراد در تمام‌مدت طول عمر خود بطور متوسط یک ساعت در روز در تماس با آلاینده‌های هوا هستند و استنشاق می‌کنند. این افراد گروه دیگری هستند که معمولا به‌طور میانگین، روزانه به میزان یکساعت برای انجام امور معمول خود، در محیط قرار می‌گیرند. به‌عنوان مثال خانم‌های خانه‌دار که درطول روز به‌طور متوسط یکساعت جهت خرید مایحتاج منزل به فضای شهری رجوع می‌نمایند. ویا پیکهای موتوری، نامه‌رسان‌ها، مامورین برق و آب و سایر خدمات شهری و.. که درطول روز حداکثر یک بار درطول روز به مدت میانگین یک ساعت در روز در هرکدام از محل‌های مذکور شهر حضور می‌یابند و هوای آن محیط شهر را استنشاق می‌نمایند.

- **ریسک سرطانزایی اتیل بنزن موجود در هوای شهر خرم آباد**

برای محاسبه ریسک سرطانزایی اتیل بنزن ابتدا باید مقدار ریسک واحد تنفس آن را از مراجع معتبر استخراج نمود. مقدار واحد ریسک تنفس اتیل بنزن به میزان $(\mu g/m^3)^{-1}$ $۲/۵ \times ۱۰^{-۶}$ می‌باشد که این عدد از سایت معتبر CAL EPA استخراج گردیده است . همچنین میزان دریافت میانگین روزانه آلاینده بر اساس دو سناریوی فوق الذکر محاسبه شده و درنهایت با استفاده از معادله (۱) میزان ریسک سرطانزایی بنزن محاسبه می‌شود. جدول ۳ بیانگر نتایج حاصل از این محاسبات است .

جدول ۳- میزان ریسک سرطانزایی اتیل بنزن موجود در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد

مکان	Carcinogenic Risk SCEN.2 ($۱۰^{-۵}$)	Carcinogenic Risk SCEN.1 ($۱۰^{-۵}$)	CDI SCEN .2 ($\mu g/m^3$)	CDI SCEN. 1 ($\mu g/m^3$)	Concentration ($\mu g/m^3$)	inhalation unit risk$(\mu g/m^3)^{-1}$ ($۱۰^{-۶}$)
میدان شقایق	۲/۰۹۴	۵/۱۱	۸/۴	۲۰/۵	۲۰۱	۲
میدان امام خمینی	۲/۰۳۱	۴/۹۶	۸/۱	۱۹/۸	۱۹۵	۲
قلعه فلک الافلاک	۱/۹۴۸	۴/۷۶	۷/۸	۱۹	۱۸۷	۲
سبزه میدان	۱/۹۷۹	۴/۸۳	۷/۹	۱۹/۳	۱۹۰	۲
چهار راه بانک	۱/۸۲۳	۴/۴۵	۷/۳	۱۷/۸	۱۷۵	۲
میدان شهدا	۰/۱۵۶	۳/۸۲	۰/۶	۱/۵	۱۵	۲
سراه جمهوری جنوبی	۰/۰۹	۲/۲۹	۰/۴	۰/۹	۹	۲
بلوار شریعتی (سنگ نوشته)	۰/۲۵	۰/۶۱۱	۱	۲/۴	۲۴	۲
میدان شمشیر آباد	۰/۳۶۴	۰/۸۹	۱/۵	۳/۶	۳۵	۲
سراه مطهری شمالی	۰/۰۴۱	۰/۱۰۲	۰/۲	۰/۴	۴	۲
چهارراه بیمارستان عشایر	۰/۹۰۶	۲/۲۱	۳/۶	۸/۹	۸۷	۲

از میان ۵ نوع آلاینده اندازه گیری شده در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد، بنزن و اتیل بنزن سرطانزا هستند و سایر ترکیبات دیگر علیرغم اینکه برای سلامتی انسان بسیار زیانبار هستند اما موجب بیماری سرطان در انسان نمی شوند.(Faye, Pamela,1998, P82)

- **ریسک سرطانزایی منتج از استنشاق هوای حاوی ترکیبات آلی فرار درسطح شهر خرم آباد**

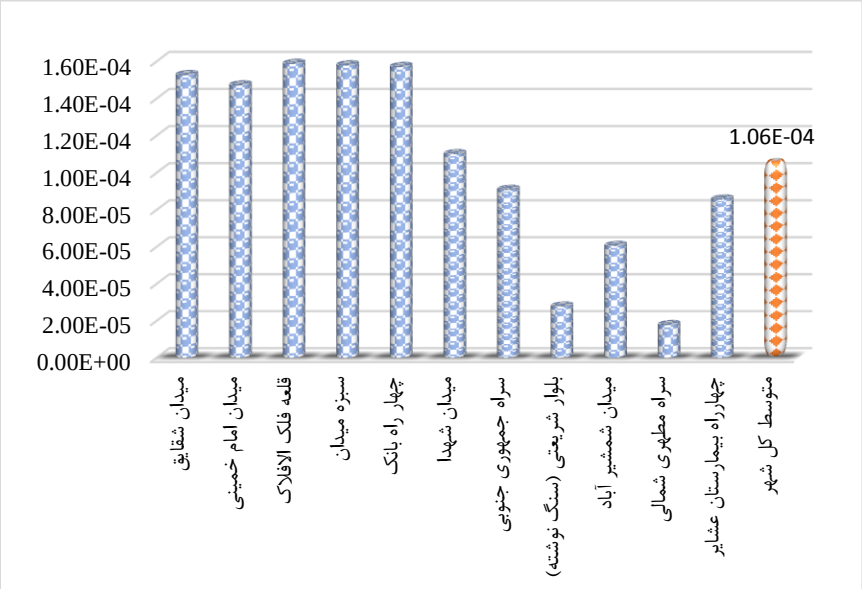
همانگونه که در بخش‌های قبل اشاره شد، از میان گازهای مورد تحقیق، بنزن و اتیل بنزن سرطانزا هستند. لذا جهت محاسبه میزان ریسک سرطانزایی ناشی از استنشاق هوا در سطح شهر خرم آباد باید برای هرمنطقه بطور جداگانه میزان ریسک بنزن و اتیل بنزن باهم جمع شود. این امر برای هر دو سناریو بطور جداگانه انجام شده و درنهایت در جدول ۴ آورده شده است.

$$Carsinogenic\ Risk = \sum_{n=1}^{2}(Risk_n) \quad (۲)$$

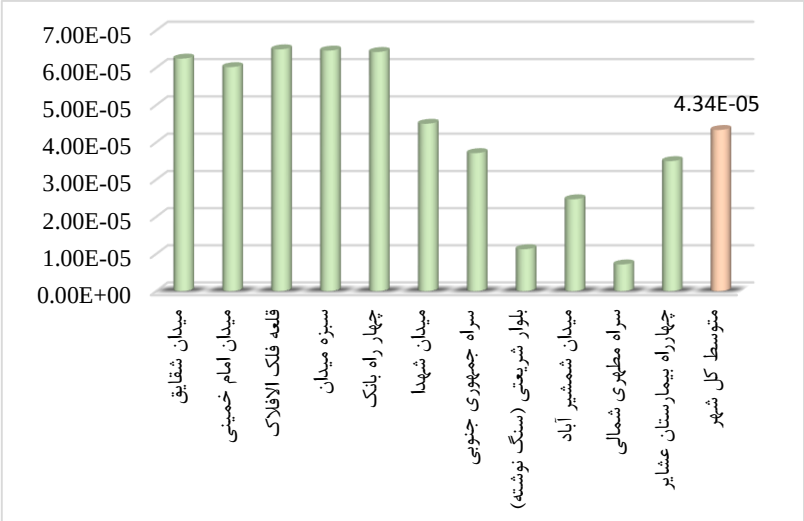
جدول ۴- میزان ریسک سرطانزایی ترکیبات آلی فرار ناشی از استنشاق هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد

مکان	Carcinogenic Risk SCEN.2 ($۱۰^{-۵}$)	Carcinogenic Risk SCEN.1 ($۱۰^{-۴}$)
میدان شقایق	۶/۲۵	۱/۵۳
میدان امام خمینی	۶/۰۲	۱/۴۷
قلعه فلک الافلاک	۶/۴۹	۱/۵۹
سبزه میدان	۶/۴۶	۱/۵۸
چهار راه بانک	۶/۴۲	۱/۵۷
میدان شهدا	۴/۵	۱/۱
سراه جمهوری جنوبی	۳/۷۱	۰/۹۰۷
بلوار شریعتی (سنگ نوشته)	۳/۱۳	۰/۲۷۶
میدان شمشیر آباد	۲/۴۷	۰/۶۰۴
سراه مطهری شمالی	۷/۲	۰/۱۷۶
چهارراه بیمارستان عشایر	۳/۵	۰/۸۵۵
متوسط کل شهر	۴/۳۴	۱/۰۶

در سطرآخر میزان متوسط ریسک سرطانزایی ترکیبات آلی فرار ناشی از استنشاق هوا در کل شهر خرم آباد بدست آمده است.
نمودارهای ۱ و ۲ به ترتیب بیانگر میزان ریسک سرطانزایی ترکیبات آلی فرار ناشی از استنشاق هوا در مناطق مختلف شهر خرم آباد برای سناریوهای یک و دو می‌باشد.



شکل ۱- ارزیابی ریسک سرطانزایی سناریوی اول

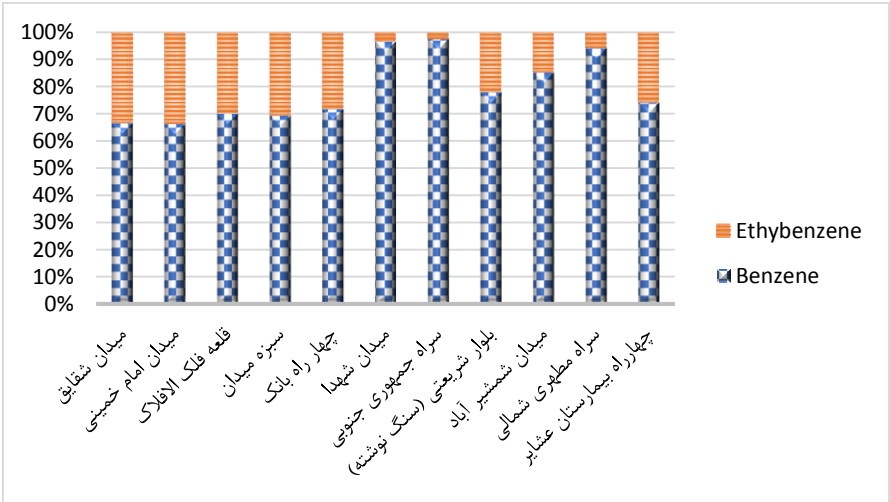


شکل ۲- ارزیابی ریسک سرطانزایی سناریوی دوم

از جداول ۳ و ۴ و نمودارهای ۱ و ۲ نتیجه می‌گردد احتمال ابتلا به بیماری سرطان در افراد بدلیل استنشاق بنزن و اتیل بنرن موجود در هوا، در مناطق قلعه فلک الافلاک، سبزه میدان و چهار راه بانک از سایر نقاط شهرخرم آباد بیشتر است. همچنین این احتمال در بلوار شریعتی و سراه مطهری شمالی خرم آباد از سایر مناطق کمتر است.

سهم ریسک سرطانزایی هرکدام از ترکیبات آلی فرار موجود در هوای شهرخرم آباد

همان‌طوری‌که میدانیم در این تحقیق میزان ریسک تنفس ترکیبات آلی بنزن، تولوئن، زایلن‌ها، هگزان نرمال و اتیل بنزن موجود در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد مورد بررسی قرار گرفته است. اما از میان این ترکیبات تنها بنزن و اتیل بنزن خاصیت سرطانزایی دارد و سایر ترکیبات علیرغم زیان‌هایی که برای انسان دارند و اینکه موجب بیماری در افراد می‌شوند اما موجب ایجاد بیماری سرطان نمی گردند. نتایج بدست آمده موجود در جداول ۲ و ۳ حاکی از این است که سهم بنزن در افزایش ریسک سرطانزایی بیشتر از اتیل بنزن است. این نسبت در نمودار ۳ آورده شده است .



شکل ۳- سهم بنزن و اتیل بنزن در ریسک سرطانزایی تنفسی در مناطق مختلف شهر خرم آباد.

- **ریسک سالیانه و ریسک کل سرطانزایی**

جهت محاسبه ریسک سالیانه ابتدا باید ریسک سرطانزایی متوسط شهر را که از جدول ۴ بدست می‌آید تقسیم بر متوسط طول عمرافراد نمود که این رقم ۷۰ سال درنظر گرفته می‌شود. همچنین میزان ریسک کل سرطانزایی در شهر برابر است با ریسک سالیانه تقسیم بر جمعیت شهر . ریسک سالیانه و ریسک کل شهر باید برای هر دو سناریو بطور جداگانه محاسبه شده و مورد ارزیابی قرار گیرد.

براساس امار منتشره از سایت مرکز امار ایران طبق آخرین سرشماری انجام گرفته در سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر خرم آباد ۳۷۳۴۱۶ نفر می‌باشد. لذا مبنای محاسبات بر این اساس قرار داده میشود.
بنابراین خواهیم داشت: : (Haugen.M R,2012,P68)

$$\text{ریسک سالیانه} = \frac{\text{ریسک متوسط}}{70} \quad (۳)$$

$$\text{ریسک کل} = \frac{\text{ریسک سالیانه}}{\text{جمعیت شهر}} \quad (۴)$$

بنابراین ریسک سالیانه و ریسک کل برای سناریوی اول به ترتیب برابر با $۱/۵۱ \times ۱۰^{-۶}$ و $۵/۶۵ \times ۱۰^{-۱}$ نفر در سال می‌باشد. همچنین ریسک سالیانه و ریسک کل برای سناریوی دوم به ترتیب برابر با $۶/۱۹ \times ۱۰^{-۷}$ و $۲/۳۱ \times ۱۰^{-۱}$ می‌باشد.

- **ارزیابی ریسک غیر سرطانی ترکیبات آلی فرار موجود در هوای سطح شهر خرم آباد**

برای محاسبه نسبت ریسک غیر سرطانی ترکیبات آلی فرار از معادله زیر استفاده می‌شود .

$$HQ\ inhalation = CDI\ inhalation / RfC\ inhalation \quad (۵)$$

که در رابطه فوق HQ میزان نسبت ریسک، CDI میزان دریافت متوسط روزانه و Rfc میزان غلظت تنفسی مرجع می‌باشد.
برای محاسبه ریسک غیر سرطانزایی ترکیبات آلی فرار باید مقدار غلظت تنفسی مرجع آنها را از مراجع معتبر استخراج نمود. جدول ۵ بیانگر دز تنفسی مرجع آلاینده‌های مذکور است. این ارقام از سایت معتبر RAIS (Risk Assessment information system) استخراج شده است.

جدول ۵- میزان غلظت تنفسی مرجع RFC آلاینده‌های فرار شیمیایی

ترکیب شیمیایی	غلظت تنفسی مرجع بلند مدت RFC (mg/m^3)
بنزن	۰/۰۳
اتیل بنزن	۱
هگزان نرمال	۰/۷
تولوئن	۵
زایلن‌ها	۰/۱

در اینجا نیز از دو سناریوی اول و دوم که برای ریسک سرطانزایی بنزن و اتیل بنزن مورد استفاده قرار گرفته بود استفاده میگردد . لذا از تکرار مجدد تعریف آنها خودداری می‌گردد.

- **ریسک غیرسرطانی بنزن موجود در هوای شهر خرم آباد**

باتوجه به جداول ۱ و ۵ و همچنین معادله ۵ و با عنایت به دو سناریوی تعریف شده در قسمت‌های قبل میزان نسبت ریسک غیرسرطانی (HQ) آلاینده‌های پنج گانه آلی فرار بنزن ،تولوئن، اتیل بنزن، زایلنها و هگزان نرمال در تمام نقاط ۱۱ گانه شهر خرم آباد محاسبه شده و در جداول ۶ الی ۱۰ قید شده است . جهت سهولت کار، محاسبات مورد نیاز در محیط نرم افزار Excel انجام شد و جداول نهایی ان در این مقاله قید شده است.

جدول ۶- محاسبه نسبت ریسک غیرسرطانی بنزن در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد.

مکان	HQ (SCEN .2)	HQ (SCEN.1)	CDI SCENARIO 2 (mg/m^3)	CDI SCENARIO 1 (mg/m^3)	RFC (mg/m^3)	غلظت بنزن ($\mu g/m^3$)
میدان شقایق	۰/۶۲۹۲	۳/۵۸۵	۰/۰۱۸۹	۰/۱۰۷۶	۰/۰۳	۴۵۳
میدان امام خمینی	۰/۶۰۴۲	۳/۴۴۲	۰/۰۱۸۱	۰/۱۰۳۳	۰/۰۳	۴۳۵
قلعه فلک الافلاک	۰/۶۸۸۹	۳/۹۲۵	۰/۰۲۰۷	۰/۱۱۷۸	۰/۰۳	۴۹۶
سبزه میدان	۰/۶۷۹۲	۳/۸۷۰	۰/۰۲۰۴	۰/۱۱۶۱	۰/۰۳	۴۸۹

چهار راه بانک	۰/۶۹۷۲	۳/۹۷۳	۰/۰۲۰۹	۰/۱۱۹۲	۰/۰۳	۵۰۲
میدان شهدا	۰/۶۵۸۳	۳/۷۵۱	۰/۰۱۹۸	۰/۱۱۲۵	۰/۰۳	۴۷۴
سراه جمهوری جنوبی	۰/۵۴۸۶	۳/۱۲۶	۰/۰۱۶۵	۰/۰۹۳۸	۰/۰۳	۳۹۵
بلوار شریعتی (سنگ نوشته)	۰/۱۳۳۳	۰/۷۵۹	۰/۰۰۴	۰/۰۲۲۸	۰/۰۳	۹۶
میدان شمشیر آباد	۰/۳۱۹۴	۱/۸۲۰	۰/۰۰۹۶	۰/۰۵۴۶	۰/۰۳	۲۳۰
سراه مطهری شمالی	۰/۱۰۲۸	۰/۵۸۵	۰/۰۰۳۱	۰/۰۱۷۶	۰/۰۳	۷۴
چهارراه بیمارستان عشایر	۰/۳۹۳۱	۲/۲۳۴	0۰/۰۱۱۸	۰/۰۶۷۲	۰/۰۳	۲۸۳

جدول ۷- محاسبه نسبت ریسک غیر سرطانی اتیل بنزن در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد

مکان	HQ (SCEN .2)	HQ (SCEN.1)	CD SCENARIO 2 (mg/m^3)	CDI SCENARIO 1 (mg/m^3)	RFC (mg/m^3)	غلظت اتیل بنزن ($\mu g/m^3$)
میدان شقایق	۰/۰۰۸۴	۰/۰۴۷۷	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۸۴	۱	۲۰۱
میدان امام خمینی	۰/۰۰۸۱	۰/۰۴۶۳	۰/۰۰۸۱	۰/۰۰۸۱	۱	۱۹۵
قلعه فلک الافلاک	۰/۰۰۷۸	۰/۰۴۴۴	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۷۸	۱	۱۸۷
سبزه میدان	۰/۰۰۷۹	۰/۰۴۵۱	۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۷۹	۱	۱۹۰
چهار راه بانک	۰/۰۰۷۳	۰/۰۴۱۶	۰/۰۰۷۳	۰/۰۰۷۳	۱	۱۷۵
میدان شهدا	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۶	۱	۱۵
سراه جمهوری جنوبی	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۱	۹
بلوار شریعتی (سنگ نوشته)	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۰	۱	۲۴
میدان شمشیر آباد	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۱	۳۵
سراه مطهری شمالی	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۲	۱	۴
چهارراه بیمارستان عشایر	۰/۰۰۳۶	۰/۰۲۰۷	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۳۶	۱	۸۷

جدول ۸- محاسبه نسبت ریسک غیر سرطانی تولوئن در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد

مکان	HQ (SCEN .2)	HQ (SCEN.1)	CD SCENARIO 2 (mg/m^3)	CDI SCENARIO 1 (mg/m^3)	RFC (mg/m^3)	غلظت تولوِن ($\mu g/m3$)
میدان شقایق	۰/۰۰۴۹	۰/۰۲۷۷	۰/۰۲۴۳	۰/۱۳۸۷	۵	۵۸۴
میدان امام خمینی	۰/۰۰۴۶	۰/۰۲۶۲	۰/۰۲۳۰	۰/۱۳۱۱	۵	۵۵۲
قلعه فلک الافلاک	۰/۰۰۵۳	۰/۰۳۰۴	۰/۰۲۶۷	۰/۱۵۲۰	۵	۶۴۰
سبزه میدان	۰/۰۰۵۳	۰/۰۳	۰/۰۲۶۳	۰/۱۵۰۱	۵	۶۳۲
چهار راه بانک	۰/۰۰۵۵	۰/۰۳۱۶	۰/۰۲۷۷	۰/۱۵۷۹	۵	۶۶۵
میدان شهدا	۰/۰۰۵۲	۰/۰۲۹۴	۰/۰۲۵۸	۰/۱۴۷۲	۵	۶۲۰
سراه جمهوری جنوبی	۰/۰۰۳۲	۰/۰۱۸۳	۰/۰۱۶۱	۰/۰۹۱۷	۵	۳۸۶
بلوار شریعتی (سنگ نوشته)	۰/۰۰۱۸	۰/۰۱۰۱	۰/۰۰۸۹	۰/۰۵۰۶	۵	۲۱۳
میدان شمشیر آباد	۰/۰۰۲۵	۰/۰۱۴۱	۰/۰۱۲۴	۰/۰۷۰۵	۵	۲۹۷
سراه مطهری شمالی	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۲۷	۰/۰۱۵۴	۵	۶۵
چهارراه بیمارستان عشایر	۰/۰۰۲۵	۰/۰۱۴۴	۰/۰۱۲۷	۰/۰۷۷۲	۵	۳۰۴

درمورد زایلن لازم به ذکر است که میزان غلظت زایلن O و همچنین زایلن‌های P&M بطور جداگانه اندازه گیری و گزارش شده است [۴]. اما با عنایت به اینکه در مرجع ومنابع علمی میزان غلظت تنفسی زایلنها دریک گروه وباهم درنظر گرفته شده است ،لذا جهت محاسبه CDI، غلظت زایلن‌های مختلف با هم جمع شده و درمحاسبات استفاده میگردد. نتایج حاصله در جدول ۹ آورده شده است.

جدول ۹- محاسبه نسبت ریسک غیر سرطانی زایلن‌ها در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد.

مکان	HQ (SCEN .2)	HQ (SCEN.1)	CD SCENARIO2 (mg/m^3)	CDI SCENARIO1 (mg/m^3)	RFC (mg/m^3)	غلظت زایلن‌ها (µg/m3)
میدان شقایق	۰/۱۸۴۶	۱/۰۵۱۹	۰/۰۱۸۵	۰/۱۰۵۲	۰/۱	۴۴۳
میدان امام خمینی	۰/۱۷۳۸	۰/۹۹۰۱	۰/۰۱۷۴	۰/۰۹۹	۰/۱	۴۱۷
قلعه فلک الافلاک	۰/۱۸۱۳	۱/۰۳۲۹	۰/۰۱۸۱	۰/۱۰۳۳	۰/۱	۴۳۵
سبزه میدان	۰/۱۸۱۳	۱/۰۳۲۹	۰/۰۱۸۱	۰/۱۰۳۳	۰/۱	۴۳۵
چهار راه بانک	۰/۰۷۱۷	۰/۴۰۸۴	۰/۰۰۷۲	۰/۰۴۰۸	۰/۱	۱۷۲
میدان شهدا	۰/۰۳۵۲	۰/۲۰۴۲	۰/۰۰۳۶	۰/۰۲۰۴	۰/۱	۸۶
سراه جمهوری جنوبی	۰/۰۱۴۲	۰/۰۸۰۷	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۸۱	۰/۱	۳۴
بلوار شریعتی (سنگ نوشته)	۰/۰۰۸۳	۰/۰۴۷۵	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۴۷	۰/۱	۲۰
میدان شمشیر آباد	۰/۰۰۷۵	۰/۰۴۲۷	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۴۳	۰/۱	۱۸
سراه مطهری شمالی	۰	۰	۰	۰	۰/۱	۰
چهارراه بیمارستان عشایر	۰/۰۵	۰/۲۸۴۹	۰/۰۰۵۰	۰/۰۲۸۵	۰/۱	۱۲۰

جدول ۱۰- محاسبه نسبت ریسک غیر سرطانی هگزان نرمال در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد.

مکان	HQ (SCEN .2)	HQ (SCEN.1)	CD SCENARIO 2 (mg/m^3)	CDI SCENARIO 1 (mg/m^3)	RFC (mg/m^3)	غلظت هگزان نرمال (µg/m3)
میدان شقایق	۰/۰۱۰۴	۰/۰۵۹۴	۰/۰۰۷۳	۰/۰۴۱۶	۰/۷	۱۷۵
میدان امام خمینی	۰/۰۰۹۸	۰/۰۵۵۶	۰/۰۰۶۸	۰/۰۳۸۹	۰/۷	۱۶۴
قلعه فلک الافلاک	۰/۰۱۱۱	۰/۰۶۳۴	۰/۰۰۷۸	۰/۰۴۴۴	۰/۷	۱۸۷
سبزه میدان	۰/۰۱۱	۰/۰۶۲۸	۰/۰۰۷۷	۰/۰۴۳۹	۰/۷	۱۸۵
چهار راه بانک	۰/۰۱۱۲	۰/۰۶۳۸	۰/۰۰۷۸	۰/۰۴۴۶	۰/۷	۱۸۸
میدان شهدا	۰/۰۰۹۸	۰/۰۵۵۶	۰/۰۰۶۸	۰/۰۳۸۹	۰/۷	۱۶۴
سراه جمهوری جنوبی	۰/۰۰۶۷	۰/۰۳۸	۰/۰۰۴۷	۰/۰۲۶۶	۰/۷	۱۱۲
بلوار شریعتی (سنگ نوشته)	۰/۰۰۴۲	۰/۰۲۳۷	۰/۰۰۲۹	۰/۰۱۶۶	۰/۷	۷۰
میدان شمشیر آباد	۰/۰۰۶۱	۰/۰۳۴۹	۰/۰۰۴۳	۰/۰۲۴۵	۰/۷	۱۰۳
سراه مطهری شمالی	۰/۰۰۲۷	۰/۰۱۵۳	۰/۰۰۱۹	۰/۰۱۰۷	۰/۷	۴۵
چهارراه بیمارستان عشایر	۰/۰۰۸	۰/۰۴۵۸	۰/۰۰۵۶	۰/۰۳۲۱	۰/۷	۱۳۵

- **ریسک غیر سرطانی ترکیبات آلی فرار موجود در هوای شهر خرم آباد**

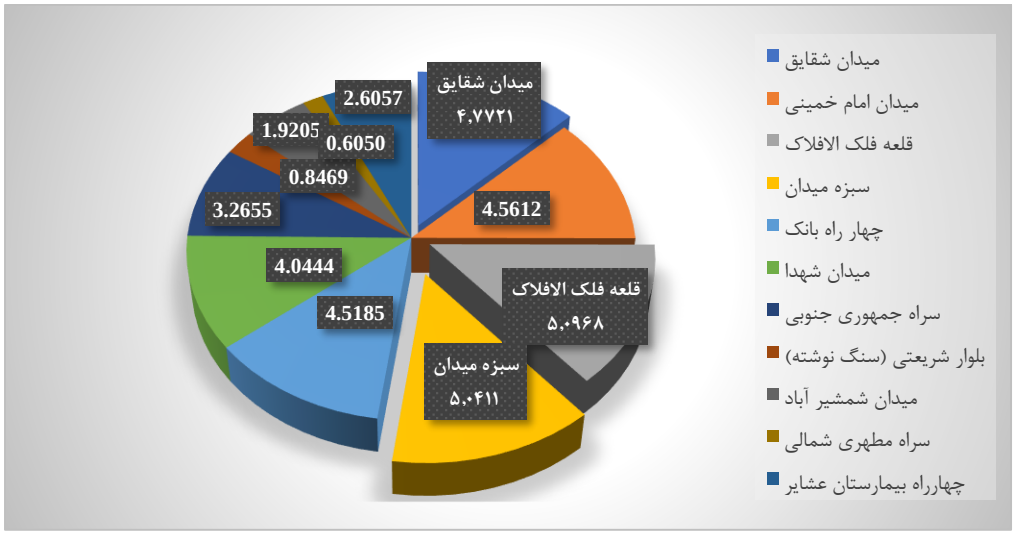
جهت ارزیابی میزان ریسک سرطانی باید میزان اندیس ریسک را از رابطه ۶ استخراج نمود به این مفهوم که ابتدا برای هر منطقه بطور جداگانه مقادیر نسبت ریسک ترکیبات الی را باهم جمع نمود و درنتیجه میزان اندیس ریسک هرمنطقه محاسبه میشود. درنهایت می‌توان میانگین کل شهر را با محاسبه میانگین اندیس ریسک مناطق ۱۱ گانه بدست آورد. این محاسبات با استفاده از نرم افزار اکسل انجام شده و نتایج حاصل از آن در جدول ۱۱ و نیز نمودارهای ۴ و ۵ ذکر شده است.

همان‌طوری‌که مشاهده می‌شود اندیس ریسک غیر سرطانی برای کل شهر خرم آباد وبرای افراد در سطح مواجهه مطابق با دو سناریوی اول و دوم به ترتیب برابر با ۳/۳۸۸۹ و ۰/۵۹۴۷ میباشد. علاوه بر آن مناطق قلعه فلک الافلاک، سبزه میدان و میدان امام خمینی دارای بالاترین ریسک غیر سرطانی در میان مناطق مختلف شهر خرم آباد می‌باشند.

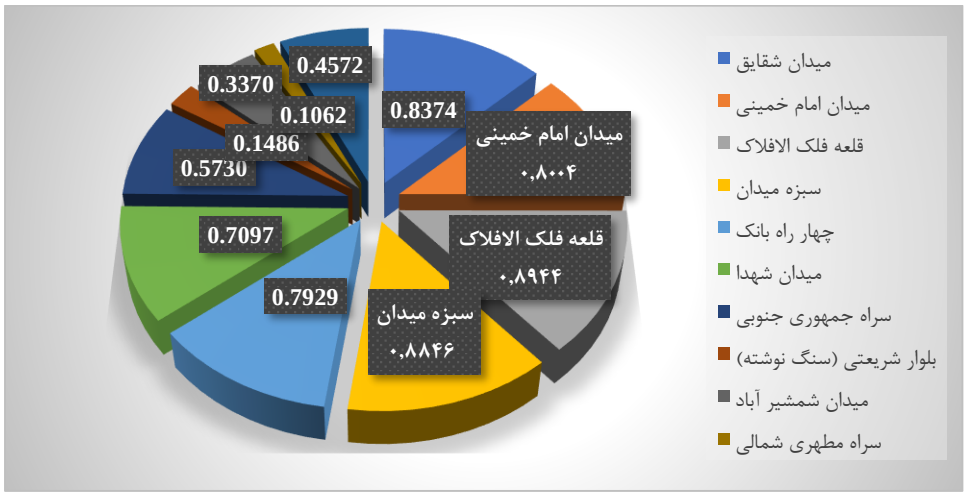
$$HI = \sum_{n=1}^{5}(HQ_n) \qquad (۶)$$

جدول ۱۱- محاسبه اندیس ریسک غیر سرطانی برای مناطق مختلف شهر خرم آباد

مکان	HI(SCEN .2)	HI (SCEN.1)
میدان شقایق	۰/۸۳۷۴	۴/۷۷۲۱
میدان امام خمینی	۰/۸۰۰۴	۴/۵۶۱۲
قلعه فلک الافلاک	۰/۸۹۴۴	۴/۰۹۶۸
سبزه میدان	۰/۸۸۴۶	۴/۰۴۱۱
چهار راه بانک	۰/۷۹۲۹	۴/۵۱۵۸
میدان شهدا	۰/۷۰۰۷	۴/۰۴۴۴
سراه جمهوری جنوبی	۰/۵۷۳	۳/۲۶۵۵
بلوار شریعتی (سنگ نوشته)	۰/۱۴۸۶	۰/۸۴۶۹
میدان شمشیر آباد	۰/۳۳۷۰	۱/۹۲۰۵
سراه مطهری شمالی	۰/۱۰۶۲	۰/۶۰۵۰
چهارراه بیمارستان عشایر	۰/۴۵۷۲	۲/۶۰۵۷
متوسط کل شهر	۰/۵۹۴۷	۳/۳۸۸۹



شکل ۴ - اندیس ریسک غیر سرطانی سناریوی اول



شکل ۵- اندیس ریسک غیر سرطانی سناریوی دوم

بحث و نتیجه گیری

با بررسی دقیق و مطالعه نتایج بدست آمده از محاسبات ریسک سرطانزایی ناشی از استنشاق ترکیبات آلی فرار موجود در هوای مناطق مختلف شهر خرم آباد که در جداول ۲ الی ۴ به آنها اشاره شده است، نتایج ذیل بدست می‌آید :

- میزان ریسک سالیانه سرطانزایی ناشی از استنشاق ترکیبات آلی فرار موجود در هوای شهر خرم آباد برای سناریوهای اول و دوم به ترتیب برابر با $۱/۵۱ \times ۱۰^{-۶}$ و $۶/۱۹ \times ۱۰^{-۷}$ می‌باشد.
- مقدار ریسک کل سرطانزایی ناشی از استنشاق ترکیبات آلی فرار موجود در هوای شهر خرم آباد برای سناریوهای اول و دوم به ترتیب برابر با $۵/۶۵ \times ۱۰^{-۱}$ و $۲/۳۱ \times ۱۰^{-۱}$ نفر در سال میباشد.
- درمیان ۱۱ منطقه مورد تحقیق در این مقاله، ۶ منطقه میدان امام خمینی، قلعه فلک الافلاک، سبزه میدان، چهارراه بانک، میدان شهدا و میدان شقایق برای هردو سناریوی مورد بررسی این گزارش دارای ریسک سرطانزایی بالاتر از متوسط کل شهر می‌باشند
- برای هر دو سناریوی مورد بحث، قلعه فلک الافلاک، سبزه میدان و چهار راه بانک دارای بیشترین ریسک سرطانزایی در میان مناطق مختلف شهر خرم آباد می‌باشند .
- از میان ترکیبات آلی فرار مورد بحث بنزن و اتیل بنزن دارای خواص سرطانزایی میباشند . نتایج بدست آمده قید شده در جداول ۲ و ۳ حاکی از این است که سهم بنزن در افزایش ریسک سرطانزایی بیشتر از اتیل بنزن است. این نسبت در نمودار ۳ آورده شده است .
- اندیس ریسک غیر سرطانی برای کل شهر خرم آباد وبرای افراد در سطح مواجهه مطابق با دو سناریوی اول و دوم به ترتیب برابر با ۳/۳۸۸۹ و ۰/۵۹۴۷ میباشد. علاوه بر آن مناطق قلعه فلک الافلاک، سبزه میدان و میدان امام خمینی دارای بالاترین ریسک غیر سرطانی در میان مناطق مختلف شهر خرم آباد می‌باشند.

منابع

رشیدی، رجب، الماسیان ،محمد ،(۱۳۹۳)، ارزیابی ترکیبات آلی فرار در هوای شهر خرم آباد و مقایسه آن با استانداردهای موجود، *یافته ،فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان، دوره شانزدهم، زمستان ۱۳۹۳، شماره ۶۲، ۶۱-۵۴،*

مصداقی نیا، علیرضا، ناصری، سیمین،هادی ،مهدی، (۱۳۹۵)، ارزیابی ریسک سرطانزایی و نسبت خطر غیرسرطانزایی کروم درآب‌های آشامیدنی بطری شده در ایران، *سلامت و محیط زیست، دوره ۹ شماره ۳*، ۳۵۸-۳۴۷ .

امیدی، فریبرز،ر فلاح زاده، ضا علی، دهقانی، فاطمه ،(۱۳۹۷)، ارزیابی ریسک سرطان زایی و غیر سرطان زایی مواجهه با ترکیبات آلی فرار (BTEX) با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی مونت کارلو در یک صنعت فولاد، *بهداشت و ایمنی کار ،دوره ۸ شماره ۳*، ۳۰۸=۲۹۹ .

خواجه امیری، علیرضا، زارع جدی، مریم، احمدخانی‌ها، رضا، راستکاری، نوشین ،(۱۳۹۵)، ارزیابی ریسک سرطان زایی و غیرسرطان‌زایی باقیمانده DDT و متابولیت‌های آن در شیر پاستوریزه در جمعیت عمومی شهر تهران، *سلامت و محیط زیست، دوره ۹ شماره ۳*، ۳۱۸-۳۰۹.

Haugen .M R,(2012) *Risk Assessment*, second edition , Wiley .

Faye S, Pamela K ,Lattimore , John R , Hepburn, (1998) Handbook on Risk and Need Assessment theory and practice, The ASC Division on Correction &Sentencing Handbook Series.

Integrated Risk Information System (IRIS), U.S. Environmental Protection Agency, National Center for Environmental Assessment .

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Chemical Information Manual. (2010),OSHA Instruction, CPL, 2-2.43A

Clayton G, Patry S. (2006) ,Industrial Hygiene and Toxicology. 2nd ed. New York,

United States Environmental Protection Agency (USEPA). Guidelines for Carcinogen Assessments. 2nd ed.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Regulated Hazardous Substances. U.S. Department of Labor, 2012.

World Health Organization (WHO). Indoor Air Pollution and Health. Retrieved from http://www.who.int/mediacentre. Geneva Switzerland, WHO; 2005.

Gunnar W. Urban flux measurement of energy and trace gases from a tall lattice tower near Houston. Tx. A report to the Texas Air Research Center (TARC), Lamar University Tx; October, 2007.

Bahrami AR. Distribution of volatile organic compounds in ambient air of Tehran. Arch Environ Health. 2001; 56(4): 380-382.

Lopez-Mahia P, Muniategal-lorenz S, Lopez-Moure MP, Oineiro-Iglesias M, Prarada-Rodriguez D. Determination of aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric particulate samples of Acoruna City (Spain). Int J Environ Sci Pall Res. 2003; 10(2): 98-102.

Gunnar W. Urban flux measurement of energy and trace gases from a tall lattice tower near Houston. Tx. A report to the Texas Air Research Center (TARC), Lamar University Tx; October, 2007.

Human Risk Assessment Toxicology and Risk Assessment. Anna M. Fan, Elaine M. Khan , George V. Alexeef.

Wallace LA. The exposure of general population to benzene. Cell Biol Toxical, 2010; 5(3): 197.

Risk Assessment information system , US Department of Energy(DOE), Office of Environmental Management.

Bakeas EB, Siskon PA. Dispersion of volatile hydrocarbons in urban street canyons. J Air Waste Manag Assoc 2003; 53(4): 493-504.

Keshavarzi Shirazi H. Determining the amount of gasoline wasted at gas stations in Tehran, Iran, and methods for controlling, limiting, and recycling the wastage. Environ Studies J. 2004; 36: 33-40. (In Persian).

. Bozlaker A, Muezzinoglu A, Odabasi M. Atmospheric concentrations, dry deposition and air-soil exchange of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHS) in an industrial region in Turkey. J of Hazard Mat. 2008; 153: 1093-1102.

Lopez-Mahia P, Muniategal-lorenz S, Lopez-Moure MP, Oineiro-Iglesias M, Prarada-Rodriguez D. Determination of aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric particulate samples of Acoruna City (Spain). Int J Environ Sci Pall Res. 2003; 10(2): 98-102.

National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH Manual of Analytical Methods [online], 2008: Available from: URL:http://www.cdc.gov.

Setareh H. The quantitative and qualitative evaluation of total hydrocarbons and styrene in ambient air at Tabriz petrochemical complex in olifne and styrene monomer units and persentation of proper controling. MSc. Thesis. Tarbiat Modares University, 2001. (In Persian).

Fazlzadeh M. The measurement of the BTEX compounds in the air of Tehran, Iran. J the Babol Univ of Med Sci 2011; 14: 50- 55. (In Persian).